

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4311171号
(P4311171)

(45) 発行日 平成21年8月12日(2009.8.12)

(24) 登録日 平成21年5月22日(2009.5.22)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	27/14	(2006.01)	HO 1 L	27/14	D
HO 4 N	5/335	(2006.01)	HO 4 N	5/335	E
			HO 4 N	5/335	U

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-387465 (P2003-387465)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成15年11月18日(2003.11.18)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2005-150492 (P2005-150492A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成17年6月9日(2005.6.9)	(74) 代理人	100086298
審査請求日	平成18年9月14日(2006.9.14)		弁理士 船橋 國則
		(72) 発明者	奥山 敦
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	恩田 春香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光を受光して電荷に変換する複数の受光センサ部と、前記複数の受光センサ部のそれぞれに入射光を集光させるために各受光センサ部に対応して配設されたマイクロレンズと、前記受光センサ部と前記マイクロレンズとの間に配された層間絶縁膜および保護膜とを備えるとともに、前記層間絶縁膜および前記保護膜が互いに異なる屈折率の光透過材料からなる固体撮像素子であって、

前記複数の受光センサ部は、隣接する前記受光センサ部の間隔が疎密を有するように並び、各受光センサ部の中心位置とこれに対応する前記マイクロレンズの中心位置とがずれて配されており、

前記層間絶縁膜と前記保護膜との界面は、前記受光センサ部の光入射面に対して傾斜を有しており、

前記傾斜は、当該傾斜面を透過した光が屈折して前記受光センサ部に導かれるように、前記層間絶縁膜と前記保護膜との屈折率差および前記受光センサ部と前記マイクロレンズとの平面位置のずれ量から一義的に特定される傾斜角に形成され、

隣接する前記受光センサ部とこれらに対応する前記マイクロレンズの間には、互いに異なる傾斜角の前記傾斜が対となって、上に凸となる山型または下に凸となる谷型を構成する対象形状に配されており、

隣接する前記受光センサ部のうち、疎に並ぶ前記受光センサ部については前記山型を構成する傾斜対が対し、密に並ぶ前記受光センサ部については前記谷型を構成する傾斜対

が対応している
固体撮像素子。

【請求項 2】

前記保護膜の形成材料の屈折率 $n_1 <$ 前記層間絶縁膜の形成材料の屈折率 n_2 である
請求項 1 記載の固体撮像素子。

【請求項 3】

前記保護膜の形成材料が P - S i N であり、前記層間絶縁膜の形成材料が S i O₂ である

請求項 1 記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像デバイスとして用いられる固体撮像素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子として、I C 製造の標準的な技術である C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor ; 相補型金属酸化物半導体) を利用したイメージセンサ (以下「C M O S センサ」という) が広く利用されつつある。C M O S センサは、C C D (Charge Coupled Device) のように高い駆動電圧を必要とすることがなく、また周辺回路との一体化 (オンチップ化) も可能となるため小型化等に非常に有利である、という利点がある。

20

【0003】

ところで、C M O S センサは、通常、光を受光して電荷に変換する各受光センサ部 (フォトダイオード) のそれぞれに対応して、信号増幅用トランジスタ等の信号読出回路を備えている (例えば、特許文献 1、第 2 頁、第 10 図参照)。ただし、C M O S センサの中には、信号ノイズ抑制や高集積化等を目的として、複数画素共有構造と呼ばれるもの、すなわち複数の受光センサ部で信号読出回路を共用するように構成されたものもある (例えば、特許文献 1、第 4 頁、第 4 図参照)。

図 3 は二画素共有構造の C M O S センサの回路構成例を示す回路図であり、図 4 はその平面構成例を示す平面図である。図 4 に示すように、二画素共有構造の C M O S センサでは、マトリクス状に二次元配列 (ただし図例では 1×4 列) された各画素領域 10 に、受光センサ部 11 と、これに対応するゲート電極 12 とが設けられているが、互いに隣接する二つの受光センサ部 11 で一つの信号読出回路 (ただし不図示) を共用するように構成されている。なお、画素領域 10 の外郭部分付近には、ゲート電極 12 や信号読出回路等を駆動するためのアルミ (A L) 配線 13 が配設されている。

30

【0004】

【特許文献 1】特開昭 63 - 100879 号公報 (第 2、4 頁、第 4 図、第 10 図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

しかしながら、上述したような C M O S センサに代表される固体撮像素子では、その構成上の制約から、画素領域の中心位置と受光センサ部の中心位置とが一致せず、互いに平面的にずれた位置に配設されてしまい、そのずれかたも各画素領域で異なるといったことが生じ得るため、斜光に対して各画素間で同一の集光を得られない等の問題が発生するおそれがある。このことは、特に複数画素共有構造の C M O S センサにおいて顕著に発生し得る。

【0006】

図 5 は、二画素共有構造の C M O S センサの構成例を示す側断面図である。図例の C M O S センサでは、半導体基板に設けられた受光センサ部 11 上が、光透過材料からなる層間絶縁膜 14 に覆われており、その層間絶縁膜 14 内に A L 配線 13 が配設されている。

50

また、層間絶縁膜 14 上は、例えば CMP (Chemical Mechanical Polishing; 化学的機械的研磨) により平滑化された後、光透過材料からなる保護膜 (パッシベーション層) 15 を介して、特定の色成分光のみを透過させるオンチップカラーフィルタ (OCCF) 16 が配され、さらにその上方に受光センサ部 11 に入射光を集光させるためのマイクロレンズ 17 が配されている。このような二画素共有構造の CMOS センサでは、互いに隣接する二つの受光センサ部 11 で一つの信号読出回路を共用することから、例えばゲート電極や AL 配線 13 等の配置上の制約により、受光センサ部 11 の中心位置が、画素領域の中心位置、すなわちマイクロレンズ 17 の中心位置と一致しないととも、それぞれのずれかたも隣接する二つの受光センサ部 11 の間で異なるといったことが生じ得る (例えば、図 4 における受光センサ部間距離 L_1, L_2 参照)。したがって、例えば図中矢印 B で示すような斜光に対しては、隣接する二画素間で同一の集光が得られないといったことが起こる可能性がある。このような各画素間での集光の相違は、それぞれの受光センサ部 11 からの信号出力の差となって現れるため、画像の出力画面上での出力バラツキによるノイズ発生を招いてしまう一要因となる。また、斜光に対しては、各画素領域の画素中心部とその周辺部とで信号出力差が生じてしまい、画素中心部と比較してその周辺部の信号出力が低下してしまう可能性もある。このような信号出力差は、画像の出力画面上でのシェーディングの一要因となる。

【0007】

そこで、本発明は、構成上の制約から画素領域の中心位置と受光センサ部の中心位置とが一致しない場合であっても、各画素間での集光の相違や信号出力差等の発生を回避して、ノイズ発生やシェーディング等の問題を解決することのできる固体撮像素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上記目的を達成するために案出された固体撮像素子である。すなわち、光を受光して電荷に変換する複数の受光センサ部と、前記複数の受光センサ部のそれぞれに入射光を集光させるために各受光センサ部に対応して配設されたマイクロレンズと、前記受光センサ部と前記マイクロレンズとの間に配された層間絶縁膜および保護膜とを備えるとともに、前記層間絶縁膜および前記保護膜が互いに異なる屈折率の光透過材料からなる固体撮像素子であって、前記複数の受光センサ部は、隣接する前記受光センサ部の間隔が疎密を有するように並び、各受光センサ部の中心位置とこれに対応する前記マイクロレンズの中心位置とがずれて配されており、前記層間絶縁膜と前記保護膜との界面は、前記受光センサ部の光入射面に対して傾斜を有しており、前記傾斜は、当該傾斜面を透過した光が屈折して前記受光センサ部に導かれるように、前記層間絶縁膜と前記保護膜との屈折率差および前記受光センサ部と前記マイクロレンズとの平面位置のずれ量から一義的に特定される傾斜角に形成され、隣接する前記受光センサ部とこれらに対応する前記マイクロレンズとの間には、互いに異なる傾斜角の前記傾斜が対となって、上に凸となる山型または下に凸となる谷型を構成する対象形状に配されており、隣接する前記受光センサ部のうち、疎に並ぶ前記受光センサ部については前記山型を構成する傾斜対が対し、密に並ぶ前記受光センサ部については前記谷型を構成する傾斜対が対している固体撮像素子である。

【0010】

上記構成の固体撮像素子は、層間絶縁膜と保護膜との界面が、層間絶縁膜と保護膜との屈折率差および受光センサ部とマイクロレンズとの平面位置のずれ量から一義的に特定される傾斜角に形成された傾斜を有している。「平面位置」とは、光の入射側から見たときの平面的な位置をいう。また、「傾斜」とは、受光センサ部の光入射面に対する傾きのことをいう。このように、層間絶縁膜と保護膜との界面が傾斜を有していると、層間絶縁膜と保護膜とにおける屈折率が互いに異なることから、その界面を透過するときの光の屈折により、マイクロレンズによる光の集光位置が平面的に変化することになる。つまり、層間絶縁膜と保護膜との界面が傾斜が受光センサ部とマイクロレンズとの平面位置のずれ量に応じたものであると、そのずれ量に応じた分だけマイクロレンズによる集光位置が移動

10

20

30

40

50

する。したがって、例えば構成上の制約から受光センサ部と中心位置が一致しないマイクロレンズに斜光が入射した場合であっても、その入射光は、受光センサ部の中心位置に受光されることになる。

【発明の効果】

【0011】

本発明の固体撮像素子によれば、構成上の制約からマイクロレンズ（画素領域）の中心位置と受光センサ部の中心位置とが一致しない場合であっても、層間絶縁膜と保護膜との界面が傾斜により入射光を屈折させて、受光センサ部への集光効率を向上させることができる。したがって、各画素間での集光の相違や信号出力差等の発生を回避することができ、画像の出力画面上でのノイズ発生やシェーディング等の低減が実現可能となる。さらには、例えば複数の受光センサ部がマトリクス状に二次元配列された場合であっても、マイクロレンズへ入射する斜光を受光センサ部へ集光することで、隣接画素への光の漏れを低減することができ、画像の出力画面上での混色を抑制することもできる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面に基づき本発明に係る固体撮像素子について説明する。ここでは、本発明を、二画素共有構造のCMOSセンサに適用した場合を例に挙げて説明する。

【0013】

図1は、本発明が適用された二画素共有構造のCMOSセンサの構成例を示す側断面図である。図例のCMOSセンサも、従来の場合（図5参照）と略同様に、半導体基板の表面層部に設けられた受光センサ部1上が層間絶縁膜2に覆われており、その層間絶縁膜2内にAL配線3が配設されている。そして、層間絶縁膜2上は、保護膜（パッシベーション層）4を介して、特定の色成分光のみを透過させるOCF5が配され、さらにその上方に受光センサ部1に入射光を集光させるためのマイクロレンズ6が配されている。なお、二画素共有構造であるから、従来の場合（図4参照）と略同様に、各画素領域に、受光センサ部1と、これに対応するゲート電極（ただし不図示）とが設けられており、互いに隣接する二つの受光センサ部1で一つの信号読出回路（例えば、電荷の読み出しを行う読み出しゲート）を共用するようになっている。さらには、マイクロレンズ6も、画素領域毎、各受光センサ部1に対応して配されている。

20

【0014】

図2は、一つの画素領域における構成例を示す側断面図である。図例のように、受光センサ部1上を覆う層間絶縁膜2は、多重に積層されている。これは、層間絶縁膜2内に配設されるAL配線3が、ゲート電極や信号読出回路等を駆動するためのAL配線3が多層であることから、これに対応するためである。このような層間絶縁膜2の形成材料としては、例えばSiO₂のような光透過材料が用いられる。また、層間絶縁膜2上の保護膜4は、層間絶縁膜2を保護するとともに、OCF5およびマイクロレンズ6の配設を容易化するためのもので、例えばP-SiNのような層間絶縁膜2の形成材料とは屈折率の異なる光透過材料が用いて形成されたものである。

30

【0015】

ところで、このような二画素共有構造のCMOSセンサでは、互いに隣接する二つの受光センサ部1で一つの読み出しゲート等を共用することから、例えばゲート電極やAL配線3等の配置上の制約により、受光センサ部1の中心位置が、画素領域の中心位置、すなわちOCF5およびマイクロレンズ6の中心位置と一致しないとともに、それぞれのずれかたも隣接する二つの受光センサ部1の間で異なるといったことが生じ得る（例えば、図4における受光センサ部間距離L、L参照）。

40

【0016】

このことから、ここで説明するCMOSセンサは、図1または図2に示すように、層間絶縁膜2と保護膜4との界面が、受光センサ部1とマイクロレンズ6との平面位置のずれ量に応じた傾斜を有している。「平面位置」とは、光の入射側から見たときの平面的な位置をいう。また、「傾斜」とは、受光センサ部1の光入射面に対する傾きのことをいう。

50

このように、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との界面が傾斜を有しているとき、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 とにおける屈折率が互いに異なることから、その界面を透過するときの光の屈折により、マイクロレンズ 6 による光の集光位置が平面的に変化することになる。つまり、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との界面が傾斜が受光センサ部 1 とマイクロレンズ 6 との平面位置のずれ量に応じたものであると、そのずれ量に応じた分だけマイクロレンズ 6 による集光位置が移動するのである。

【 0 0 1 7 】

具体的には、保護膜 4 の形成材料（例えば P - S i N）の屈折率 n_1 が、層間絶縁膜 2 の形成材料（例えば S i O₂）の屈折率 n_2 よりも低いと、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との界面の傾斜において、スネルの法則（ $n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$ ）の作用により、入射光の入射角（ θ_1 ）より屈折角（ θ_2 ）の方が小さくなり、当該傾斜面を透過した光が、図 1 で示したように屈折し、受光センサ部 1 に導かれることになる。したがって、例えば構成上の制約から受光センサ部 1 と中心位置が一致しないマイクロレンズ 6 に斜光（図 1 中矢印 A 参照）が入光した場合であっても、その入射光は、受光センサ部 1 の中心位置に受光されることになる。

10

【 0 0 1 8 】

このことから、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との界面が傾斜は、スネルの法則等の一般的な光学則を基にしつつ、受光センサ部 1 とマイクロレンズ 6 との平面位置のずれ量と、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との間の屈折率差と、から特定可能であると言える。このうち、平面位置のずれ量は、ゲート電極や A L 配線 3 等の配置上の制約によって特定されるものである。また、屈折率差は、それぞれの形成材料によって特定されるものである。したがって、C M O S センサを構成する画素領域の構成が特定されると、その画素領域における層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との界面が傾斜も一義的に特定されることになる。

20

【 0 0 1 9 】

次に、以上のように、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との界面が傾斜を有するように構成された C M O S センサの製造手順について説明する。

【 0 0 2 0 】

C M O S センサの製造にあたっては、先ず、従来と同様の手法により半導体基板の表層部に受光センサ部 1 を形成する。次いで、公知技術であるフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術を用いて、所望配線パターンに応じた A L 配線 3 を形成するとともに、その A L 配線 3 を被覆するように、高密度プラズマ C V D（chemical vapor deposition）法や高周波プラズマ C V D 法を用いて、S i O₂ 等の光透過材料からなる層間絶縁膜 2 を成膜する。このとき、A L 配線 3 が多層であれば、層間絶縁膜 2 も、多重に積層されることになる。

30

【 0 0 2 1 】

多重に積層される中の最上層に位置する層間絶縁膜 2 を成膜した後は、従来であれば、その層間絶縁膜 2 の上面に C M P を施して平坦化处理し、その上面を平滑に仕上げるのが通例であった。ところが、本実施形態で説明する C M O S センサの製造工程では、最上層の層間絶縁膜 2 の上面を C M P 等で平坦化した後に、その上面に対してレジストパターンをマスクにしてウェットエッチングによる等方性エッチングを行い、層間絶縁膜 2 の上面が所望の傾斜形状となるように削る。

40

【 0 0 2 2 】

その後は、層間絶縁膜 2 の上面に、P - S i N 等のパッシベーション材料を C V D 法等によって推積し、保護膜 4 を形成する。そして、この保護膜 4 を公知技術であるエッチバック法あるいはリフロー法によって平坦化し、層間絶縁膜 2 の上面の傾斜によって形成される凹凸を、保護膜 4 によって埋め込んだ状態にする。これにより、層間絶縁膜 2 と保護膜 4 との界面は、上述したような、受光センサ部 1 とマイクロレンズ 6 との平面位置のずれ量に応じた傾斜を有することになる。

【 0 0 2 3 】

保護膜 4 の形成後は、その上面に、従来と略同様にして、O C C F 5 およびマイクロレ

50

ンズ6を形成する。このような手順により、図1または図2に示したCMOSセンサが形成されるのである。

なお、ここでは、層間絶縁膜2と保護膜4との界面における傾斜を、レジストパターンをマスクにした等方性エッチングにより所望形状に削って形成する場合を例に挙げたが、それ以外にも、例えば成膜の異方性を利用して各層の層間絶縁膜2の形成材料を所望形状に堆積させて形成することも考えられる。すなわち、層間絶縁膜2と保護膜4との界面における傾斜については、その形成手順が特に限定されることはなく、種々の公知技術を用いて形成することができる。

【0024】

以上に説明したように、本実施形態におけるCMOSセンサは、二画素共有構造のものにおいて、層間絶縁膜2と保護膜4との界面が、受光センサ部1とマイクロレンズ6との平面位置のずれ量に応じた傾斜を有している。具体的には、二画素共有構造の互いに隣接する画素領域について、層間絶縁膜2と保護膜4との界面に山型または谷型の傾斜が形成されている。このように、層間絶縁膜2と保護膜4との界面が傾斜を有していると、層間絶縁膜2と保護膜4とにおける屈折率が互いに異なることから、その界面を透過するときの光の屈折により、マイクロレンズ6による光の集光位置が平面的に変化することになる。したがって、層間絶縁膜2と保護膜4との界面が傾斜が受光センサ部1とマイクロレンズ6との平面位置のずれ量に応じたものであると、そのずれ量に応じた分だけマイクロレンズ6による集光位置が移動するので、二画素共有構造の構成上の制約から受光センサ部1と中心位置が一致しないマイクロレンズ6に斜光が入射した場合であっても、その入射光は、受光センサ部1の中心位置に受光されることになる。

【0025】

これにより、本実施形態におけるCMOSセンサでは、各画素間での集光の相違や信号出力差等の発生を回避することができ、画像の出力画面上でのノイズ発生やシェーディング等の低減が実現可能となるのである。さらには、マイクロレンズ6へ入射する斜光を受光センサ部1へ集光することで、隣接画素への光の漏れを低減することができ、画像の出力画面上での混色を抑制することもできるのである。

【0026】

ところで、本実施形態では、二画素共有構造のものを例に挙げたことから、層間絶縁膜2と保護膜4との界面の傾斜が、隣接画素領域間で山型または谷型といった対象形状になる場合について示したが(図1参照)、本発明はこれに限定されるものでないことは勿論である。すなわち、層間絶縁膜2と保護膜4との界面の傾斜は、その界面を含む画素領域における受光センサ部1とマイクロレンズ6との平面位置のずれ量に応じたものであればよい。したがって、複数の画素領域がマトリクス状に二次元配列されたCMOSセンサであれば、層間絶縁膜2と保護膜4との界面の傾斜が画素領域毎に異なっていたり、あるいは傾斜を有する画素領域と傾斜の無い画素領域とが混在する、といったこともあり得る。

【0027】

また、本実施形態では、本発明の好適な具体例として二画素共有構造のCMOSセンサを例に挙げたが、本発明は上述した具体例の構成や形成材料等に限定されるものではない。例えば、CCD(Charge Coupled Device)センサであっても、全く同様に適用することが考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明が適用された二画素共有構造のCMOSセンサの構成例を示す側断面図である。

【図2】本発明が適用されたCMOSセンサの一つの画素領域における構成例を示す側断面図である。

【図3】二画素共有構造のCMOSセンサの回路構成例を示す回路図である。

【図4】二画素共有構造のCMOSセンサの平面構成例を示す平面図である。

【図5】従来における二画素共有構造のCMOSセンサの構成例を示す側断面図である。

10

20

30

40

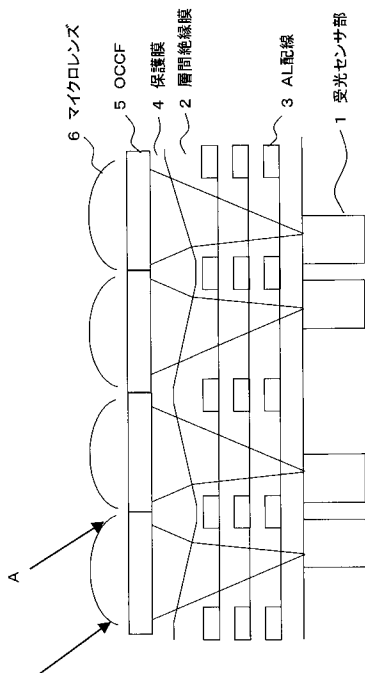
50

【符号の説明】

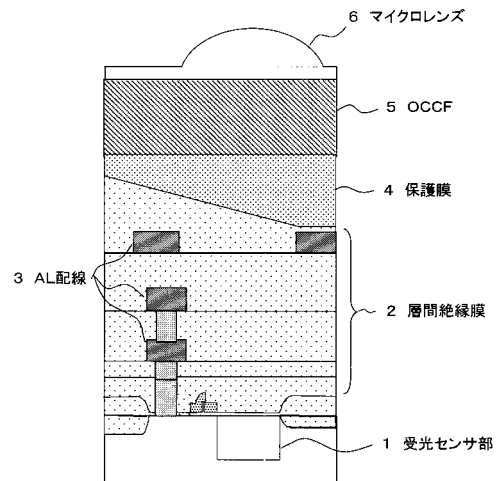
【0029】

1 ... 受光センサ部、2 ... 層間絶縁膜、3 ... AL配線、4 ... 保護膜、5 ... OCCF、6 ...
マイクロレンズ

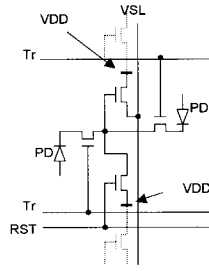
【図1】



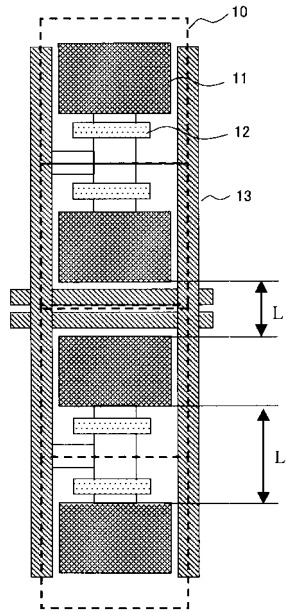
【図2】



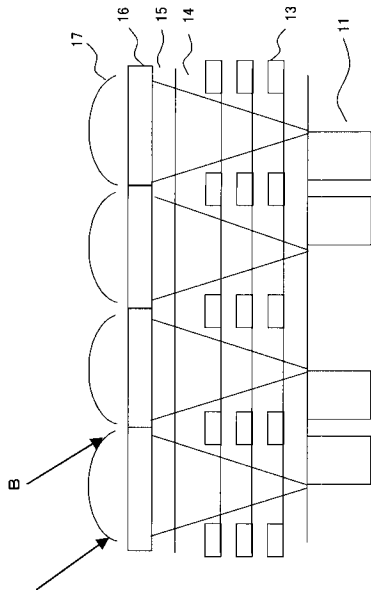
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-196568(JP,A)
特開平11-331713(JP,A)
特開2001-093802(JP,A)
特開平11-274443(JP,A)
特開昭60-083475(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14 - 27/148